



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101621431 B

(45) 授权公告日 2011. 12. 07

(21) 申请号 200810022612. 5

(22) 申请日 2008. 07. 03

(73) 专利权人 中国矿业大学

地址 221116 江苏省徐州市泉山区中国矿业大学科技处

(72) 发明人 陈光柱 朱真才 卢倩 沈春丰 周公博

(74) 专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司 32200

代理人 黄雪兰

(56) 对比文件

CN 201234272 Y, 2009. 05. 06, 全文.

CN 201007797 Y, 2008. 01. 16, 全文.

王玉芬等. 无线传感器网络在煤矿瓦斯监测系统中的应用. 《煤炭科学技术》. 2007, 第 35 卷 (第 6 期), 第 34-36 页.

刘江沙等. 基于 CC2430 的串口无线模块的设计. 《国外电子元器件》. 2007, (第 4 期), 47-50.

审查员 闫洪波

(51) Int. Cl.

H04L 12/28 (2006. 01)

H04W 84/12 (2009. 01)

E21F 17/18 (2006. 01)

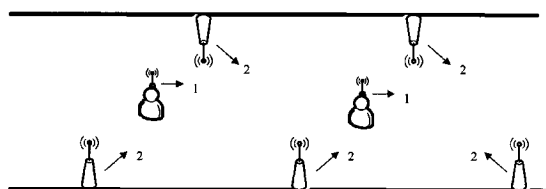
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 5 页

(54) 发明名称

煤矿井下无线传感器网络节点设备

(57) 摘要

一种煤矿井下无线传感器网络节点设备,属于在煤矿井下基于无线传感器网络的人员定位和环境监测的硬件平台。该煤矿井下无线传感器网络节点设备有无线传感器固定节点 (1) 和无线传感器移动节点 (2), 固定传感器节点 (1) 安放在煤矿井下巷道壁上, 每隔一段距离安放一个, 移动传感器节点 (2) 佩带在井下人员身上。优点: 1) 定位精度高。人员携带的移动节点发射无线信号与临近固定节点通信, 确定其位置, 提高了定位的精度; 2) 无线传感器固定节点和无线传感器移动节点均具有双向通信的能力, 能够准确定位人员的位置。3) 无线传感器节点的设计成本比较低, 能够大量布置节点, 避免定位和监测得漏区和盲点。4) 布置无线传感器固定节点之间不需要有线连接, 成本低。



1. 一种煤矿井下无线传感器网络节点设备,其特征在于:该煤矿井下无线传感器网络节点设备有无线传感器固定节点(1)和无线传感器移动节点(2),无线传感器固定节点(1)安放在煤矿井下巷道壁上,每隔一段距离安放一个,无线传感器移动节点(2)佩带在井下人员身上;

所述的无线传感器固定节点(1)由固定ID信息模块(1-1)、固定ID接收电路(1-2)、固定传感器模块(1-3)、固定电源模块(1-4)、固定电源控制电路(1-5)、固定CC2430片上系统(1-6)、固定串口通信模块(1-7)、固定电平转换电路(1-8)、固定外部FLASH存储器(1-9)、固定无线通信电路(1-10)组成,固定ID信息模块(1-1)通过固定ID接收电路(1-2)与固定CC2430片上系统(1-6)连接;固定电源模块(1-4)通过固定电源控制电路(1-5)与固定CC2430片上系统(1-6)连接;固定串口通信模块(1-7)通过固定电平转换电路(1-8)与固定CC2430片上系统(1-6)连接;固定传感器模块(1-3)、固定外部FLASH存储器(1-9)和固定无线通信电路(1-10)均与固定CC2430片上系统(1-6)连接;

所述的无线传感器移动节点(2)由移动ID信息模块(2-1)、移动ID接收电路(2-2)、移动电源模块(2-3)、移动电源控制电路(2-4)、移动CC2430片上系统(2-5)、移动串口通信模块(2-6)、移动电平转换电路(2-7)、移动无线通信电路(2-8)组成,移动ID信息模块(2-1)通过移动ID接收电路(2-2)与移动CC2430片上系统(2-5)连接;移动电源模块(2-3)通过移动电源控制电路(2-4)与移动CC2430片上系统(2-5)连接;移动串口通信模块(2-6)通过移动电平转换电路(2-7)与移动CC2430片上系统(2-5)连接;移动无线通信电路(2-8)与移动CC2430片上系统(2-5)连接。

2. 根据权利要求1所述的一种煤矿井下无线传感器网络节点设备,其特征在于:无线传感器固定节点和无线传感器移动节点的固定电源控制电路(1-5)和移动电源控制电路(2-4)有DC-DC控制电路和本质安全电源保护电路,DC-DC控制电路与本质安全电源保护电路相连接;

所述的DC-DC控制电路包括有LTC1875集成电路U5的1脚通过电阻与电池连接,1脚还通过电阻接地,2脚、3脚、4脚、5脚和8脚、9脚均通过电阻或者电容接地,6脚接地,7脚与场效应管的栅极连接,场效应管的源极和漏极一端接地,一端通过电感与电池连接,10脚通过电容、电阻和稳压管分别与9脚和3脚连接,9脚为输出端;

所述的本质安全电源保护电路由电流监视型芯片、稳压管、三极管、二极管、电容和电阻构成,输入端与DC-DC控制电路的输出端连接,输入端与串联的电流监视型芯片连接,在输入端有一分压器,分压器的中点与可控硅的控制极连接,可控硅的负极通过二极管与三极管VT5和三极管VT3的基极连接,三极管VT5的集电极与三极管VT4的基极连接,三极管VT4的集电极为输出端,三极管VT4发射极与串联的电流监视型芯片的输出端连接,串联的电流监视型芯片的3脚均与三极管VT2的基极连接;2脚均接地,三极管VT2通过电阻与三极管VT3基极连接,三极管VT3的集电极通过电阻和二极管与三极管VT2的基极连接。

煤矿井下无线传感器网络节点设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种在煤矿井下基于无线传感器网络的人员定位和环境监测的硬件平台,特别是一种煤矿井下无线传感器网络节点设备。

背景技术

[0002] 煤矿井下工作环境是一个地质环境复杂,各种有害气体、不明水体逸出的恶劣环境。由于井下作业人员的流动性大,工作环境复杂,一旦意外事故发生,井下人员的确切数量、每个人所处的具体位置都很难确定,给营救工作带来极大困难,常常会延误营救的最佳时机,造成严重后果。

[0003] 目前,井下人员一般采用基于射频技术的井下人员定位系统。基于射频技术的井下人员定位系统一般由识别卡、识别分站组成。井下人员随身携带写有唯一编号的电子识别卡,巷道的识别分站发射询问信号,接收员工电子识别卡的应答信号,从而实现员工的定位。基于射频技术的井下人员定位系统对井下人员位置的实时监控起到了一定的作用,但是还处于探索阶段,应用尚不成熟。这种定位系统和方法存在以下一些问题:1) 定位精度低。定位精度取决于识别分站间的距离,一般的电子识别卡定位方式中识别分站的距离是几十米的能力,所以定位系统的定位精度只是几十米,不能精确定位,对于紧急情况的救援只能提供有限的帮助;2) 射频卡一般是被动卡,只能应答固定的询问。在发生意外情况下,员工仅仅依靠电子识别卡确定事故发生之前的大概位置,而不能与识别分站进行双向通信。3) 由于煤矿井下环境以及射频基站成本的限制,不可能布置众多的射频基站,这样造成了对人员的检测只能是非连续的,存在定位漏区。4) 需要布置数量众多的识别分站,而且识别分站之间主要通过有线连接,布线困难、成本高。

发明内容

[0004] 本发明的目的是要提供一种定位精度高、布线简单、成本低的煤矿井下无线传感器网络节点设备。

[0005] 本发明的目的是这样实现的:该煤矿井下无线传感器网络节点设备有无线传感器固定节点和无线传感器移动节点,固定传感器节点安放在煤矿井下巷道壁上,每隔一段距离安放一个,移动传感器节点佩带在井下人员身上,随井下人员的移动而移动。

[0006] 所述的无线传感器固定节点由固定 ID 信息模块、固定 ID 接收电路、固定传感器模块、固定电源模块、固定电源控制电路、固定 CC2430 片上系统、固定串口通信模块、固定电平转换电路、固定外部 FLASH 存储器、固定无线通信电路组成,固定 ID 信息模块通过固定 ID 接收电路与固定 CC2430 片上系统连接;固定电源模块通过固定电源控制电路与固定 CC2430 片上系统连接;固定串口通信模块通过固定电平转换电路与固定 CC2430 片上系统连接;固定传感器模块、固定外部 FLASH 存储器和固定无线通信电路均与固定 CC2430 片上系统连接。

[0007] 所述的无线传感器移动节点由移动 ID 信息模块、移动 ID 接收电路、移动电源模

块、移动电源控制电路、移动 CC2430 片上系统、移动串口通信模块、移动电平转换电路、移动无线通信电路组成,移动 ID 信息模块通过移动 ID 接收电路与移动 CC2430 片上系统连接;移动电源模块通过移动电源控制电路与移动 CC2430 片上系统连接;移动串口通信模块通过移动电平转换电路与移动 CC2430 片上系统连接;移动无线通信电路与移动 CC2430 片上系统连接。

[0008] 无线传感器固定节点和无线传感器移动节点的固定电源控制电路和移动电源控制电路有 DC-DC 控制电路和本质安全电源保护电路,DC-DC 控制电路与本质安全电源保护电路相连接。

[0009] DC-DC 控制电路包括有集成电路 U5 集成电路的 1 脚通过电阻与电池连接,1 脚还通过电阻接地,2 脚、3 脚、4 脚、5 脚和 8 脚、9 脚均通过电阻或者电容接地,6 脚接地,7 脚与场效应管的栅极连接,场效应管的源极和漏极一端接地,一端通过电感受与电池连接,10 脚通过电容、电阻和稳压管分别与 9 脚和 3 脚连接,9 脚为输出端。

[0010] 本质安全电源保护电路由电流监视型芯片、稳压管、三极管、二极管、电容和电阻构成,输入端与 DC-DC 控制电路的输出端连接,输入端与串联的电流监视型芯片连接,在输入端有一分压器,分压器的中点与可控硅的控制极连接,可控硅的负极通过二极管与三极管 VT5 和三极管 VT3 的基极连接,三极管 VT5 的集电极与三极管 VT4 的基极连接,三极管 VT4 的集电极为输出端,三极管 VT4 发射极与串联的电流监视型芯片的输出端连接,串联的电流监视型芯片的 3 脚均与三极管 VT2 的基极连接;2 脚均接地,三极管 VT2 通过电阻与三极管 VT3 基极连接,三极管 VT3 的集电极通过电阻和二极管与三极管 VT2 的基极连接。

[0011] 有益效果:由于采用了上述方案,在移动节点进入固定节点所组成的网络区域后,向固定节点发送无线信号,唤醒固定节点,同时向固定节点发送 ID 号,确定人员的身份。固定节点被唤醒进入工作模式后,将各自的位置信息发送给移动节点,由移动节点将这些位置信息汇总,并传送给固定节点,这样减少了固定节点之间相互通信来确定各自的位置,从而减少了各个固定节点的能耗,延长了整个网络的生存周期,提高了整个无线传感器网络的可靠性。固定节点接收到这些汇总后的位置信息后,通过定位算法,确定移动节点的位置,同时把这些信息发送给邻居节点,最终传输给控制中心。在移动节点无线信号所覆盖的范围内,若有节点失效“死亡”,可以通过该区域内的其它节点来完成定位和信息的传输,即在该区域内,只要有两个或两个以上的节点“活着”就可以进行人员的定位和信息的传输,这就有效的提高了数据传输的可靠性。通过无线传感器固定节点和无线传感器移动节点的信息交换,达到对井下人员进行身份识别和定位,定位精度高、布线简单、成本低的目的,达到了本发明的目的。

[0012] 优点:1) 定位精度高。由于无线网络信号是完全覆盖井下环境的,在人员进入无线网络区域后,通过人员携带的移动节点发射无线信号与临近固定节点通信,确定其位置,实现跟踪定位,这样提高了定位的精度,也给紧急情况下的救援工作提供了有利的帮助;2) 无线传感器固定节点和无线传感器移动节点均具有双向通信的能力,任何一个无线传感器固定节点均能够与无线传感器移动节点进行双向通信,在发生意外情况下,员工能够依靠二者之间双向通信功能准确定位人员的位置。3) 无线传感器节点的设计成本比较低,因此可以在井下布置大量的节点,使得无线信号对井下环境完全覆盖,避免定位和监测得漏区和盲点。4) 布置无线传感器固定节点之间不需要有线连接,成本低。

[0013] 通过无线传感器固定节点和无线传感器移动节点的信息交换,能够对井下人员进行身份识别和定位,定位精度高,事故发生后,能够准确定位遇难人员的具体位置,避免了挖掘中对人员的伤害,能够使用大型的机械设备进行救援,加快救援进度,能够在短时间内营救出更多的人员,把损失降到最低的限度。

附图说明

- [0014] 图 1 为本发明的系统结构图 ;
[0015] 图 2 为本发明的无线传感器固定节点电路原理框图 ;
[0016] 图 3 为本发明的无线传感器固定节点电路原理图 ;
[0017] 图 4 为本发明的无线传感器固定节点的外部 FLASH 存储器电路原理图 ;
[0018] 图 5 为本发明的无线传感器移动节点电路原理框图 ;
[0019] 图 6 为本发明的无线传感器移动节点电路原理图 ;
[0020] 图 7 为本发明的无线传感器节点设备的电源控制电路。

具体实施方式

[0021] 实施例 1 :该煤矿井下无线传感器网络节点设备有无线传感器固定节点 1 和无线传感器移动节点 2,固定传感器节点 1 安放在煤矿井下巷道壁上,每隔一段距离安放一个,移动传感器节点 2 佩带在井下人员身上,随井下人员的移动而移动。

[0022] 所述的无线传感器固定节点 1 由固定 ID 信息模块 1-1、固定 ID 接收电路 1-2、固定传感器模块 1-3、固定电源模块 1-4、固定电源控制电路 1-5、固定 CC2430 片上系统 1-6、固定串口通信模块 1-7、固定电平转换电路 1-8、固定外部 FLASH 存储器 1-9、固定无线通信电路 1-10 组成,固定 ID 信息模块 1-1 通过固定 ID 接收电路 1-2 与固定 CC2430 片上系统 1-6 连接 ;固定电源模块 1-4 通过固定电源控制电路 1-5 与固定 CC2430 片上系统 1-6 连接 ;固定串口通信模块 1-7 通过固定电平转换电路 1-8 与固定 CC2430 片上系统 1-6 连接 ;固定传感器模块 1-3、固定外部 FLASH 存储器 1-9 和固定无线通信电路 1-10 均与固定 CC2430 片上系统 1-6 连接。

[0023] 所述的无线传感器移动节点 2 由移动 ID 信息模块 2-1、移动 ID 接收电路 2-2、移动电源模块 2-3、移动电源控制电路 2-4、移动 CC2430 片上系统 2-5、移动串口通信模块 2-6、移动电平转换电路 2-7、移动无线通信电路 2-8 组成,移动 ID 信息模块 2-1 通过移动 ID 接收电路 2-2 与移动 CC2430 片上系统 2-5 连接 ;移动电源模块 2-3 通过移动电源控制电路 2-4 与移动 CC2430 片上系统 2-5 连接 ;移动串口通信模块 2-6 通过移动电平转换电路 2-7 与移动 CC2430 片上系统 2-5 连接 ;移动无线通信电路 2-8 与移动 CC2430 片上系统 2-5 连接。

[0024] 无线传感器固定节点和无线传感器移动节点的固定电源控制电路 1-5 和移动电源控制电路 2-4 有 DC-DC 控制电路和本质安全电源保护电路,DC-DC 控制电路与本质安全电源保护电路相连接。

[0025] DC-DC 控制电路包括有集成电路 U5 集成电路的 1 脚通过电阻与电池连接,1 脚还通过电阻接地,2 脚、3 脚、4 脚、5 脚和 8 脚、9 脚均通过电阻或者电容接地,6 脚接地,7 脚与场效应管的栅极连接,场效应管的源极和漏极一端接地,一端通过电感受与电池连接,10 脚

通过电容、电阻和稳压管分别与 9 脚和 3 脚连接,9 脚为输出端。

[0026] 本质安全电源保护电路由电流监视型芯片、稳压管、三极管、二极管、电容和电阻构成,输入端与 DC-DC 控制电路的输出端连接,输入端与串联的电流监视型芯片连接,在输入端有一分压器,分压器的中点与可控硅的控制极连接,可控硅的负极通过二极管与三极管 VT5 和三极管 VT3 的基极连接,三极管 VT5 的集电极与三极管 VT4 的基极连接,三极管 VT4 的集电极为输出端,三极管 VT4 发射极与串联的电流监视型芯片的输出端连接,串联的电流监视型芯片的 3 脚均与三极管 VT2 的基极连接;2 脚均接地,三极管 VT2 通过电阻与三极管 VT3 基极连接,三极管 VT3 的集电极通过电阻和二极管与三极管 VT2 的基极连接。

[0027] 无线传感器固定节点和无线传感器移动节点的固定电源控制电路 1-5 和移动电源控制电路 2-4 均由干电池提供 5V 的电压,经由 POW5V 端口,把电压送入由 LTC1871 芯片构成的 DC-DC 控制电路,对输出电压进行持续、恒定的控制,使其输出电压为本发明所需要的标准电压 3.3V。电压从 Vout3.3V 端口送出,与 Vin3.3V 端口相连,将标准电压送入由两级串联的电流监视型芯片 ZXCT1010、稳压管 ZR431L、4 个 FMMT491 三极管、两个二极管及若干电容和电阻构成的本质安全电源保护电路中,对其进行过流过压保护,是其满足本质安全型的要求。最后将稳定、安全的 3.3V 电压通过 Vcc3.3V 端给整个节点供电。开关电路连接了电容 C420,电阻 R421 及二极管 D1,是为了降低其在工作时产生的瞬间能量,从而构成本质安全型电路。

[0028] 在图 1 中,其特征在于煤矿井下本质安全型无线传感器网络系统由无线传感器固定节点 1 和无线传感器移动节点 2 组成。固定传感器节点 1 安放在煤矿井下巷道壁上,每隔一段距离安放一个,移动传感器节点 2 安放在井下人员身上,随井下人员的移动而移动。

[0029] 在图 2 中,在无线通信电路 1-10 接收到无线传感器移动节点 2 的无线信号时,将信号通过 CC2430 片上系统 1-6 的无线数据接口驱动内部晶振来唤醒无线传感器固定节点 1, ID 信息模块 1-1 通过与之相连的 ID 信息接收电路 1-2 接收无线传感器移动节点所发出来的 ID 信号,并传送给 CC2430 片上系统 1-6, CC2430 片上系统 1-6 经过内部数据处理后,把人员的身份和位置信息经 CC2430 片上系统 1-6 内部的无线数据接口和外部的无线通信电路 1-10 发送出去,通过无线传感器固定节点之间的多跳方式传输到地面监控中心。传感器模块 1-3 将所采集到的瓦斯浓度、温度、湿度信号传送给 CC2430 片上系统 1-6。CC2430 片上系统 1-6 经内部的 A/D 转换器把模拟信号转换成数字信号,并把数据保存在内部的存储器和外部 FLASH 存储器 1-9。整个节点的能量都是由电源模块 1-4 提供的,通过电源控制电路 1-5 的调节,给节点提供所需电压。串行通信模块 1-7、电平转换电路 1-8、CC2430 片上系统 1-6 串接,实现无线传感器固定节点与其他外部设备的通信。

[0030] 在图 3 中,图中各芯片的列表:

[0031] U1 :CC2430 片上系统, CC2430 芯片可实现数据的接收、处理、发射功能。

[0032] U2 :AT45DB041,外部存储器。

[0033] U3 :MAX3371,用于实现 TTL 和 RS-232 的双向电平转换。

[0034] U4 :DS2401, ID 发生器。

[0035] J4 :CC2430 芯片的扩展插槽。

[0036] CC2430 片上系统是整个节点设备的核心部分,它包括了数据的接收、处理、发射等一系列功能。由于 CC2430 芯片的 I/O 接口有限,因此要对其进行扩展, J4 扩展插槽的

“14-19”端与外部的传感器模块连接。外部 FLASH 存储器 U2,它的作用是将节点采集到的数据保存下来,以便无线传感器固定节点突然掉电时不至于丢失数据。由于 U1、U2 采用的是低电平复位,因此在系统的复位电路中,将与之相连的 U2 的第 24 脚以及 U1 的第 10 脚反相,这就实现了复位电路中开关动作时,实现 U1、U2 的低电平复位。第 4 脚为 U2 的片选信号,第 5 脚是 U2 的串行时钟信号,用来控制数据的读写操作。

[0037] 为了无线传感器固定节点内部程序的烧录,无线传感器固定节点实现了 U1 与计算机的双向通讯。由于 U1 采用的是 TTL 电平,而 PC 机的串行接口多是 RS-232 的电平,两者电平不同不能直接连接,需要外接接口进行电平匹配。无线传感器固定节点采用 U3 芯片实现 TTL 和 RS-232 的双向电平转换。U3 的 4 脚接 U1 的 48 脚实现数据的双向传输。U4 是 ID 信号发生器,用于识别井下人员的身份。U4 的 2 脚接 U1 的 46 脚,将数据传输给 U1。

[0038] 两个 LED 信号指示灯用于显示无线传感器固定节点工作状态。LED1 反映节点信号接收和发射的工作状态,节点被唤醒后,进入工作模式,进行数据的接收和发送。在这种模式下,U1 通过第 9 脚控制 LED1,使它以每秒 1 次的频率闪烁。LED2 反映无线传感器固定节点是否处于正常状态。无线传感器固定节点通电以后,U1 通过第 8 脚控制 LED2,使它以每五秒 1 次的频率闪烁。这样在仅能了解到无线传感器固定节点的状态,并且降低了能耗。

[0039] 在图 4 中,U2 存储数据之前首先要经过复位,无线传感器固定节点通电后按下复位开关就可以实现此项功能,U2 采用的是低电平复位,因此将 U2 的第 24 脚反相,在开关不触发时,不实现复位功能,平时该管脚处于高电平。C11 和 R2 是为了防止开关在接触式产生火花而设计的 RC 电路,这样就能满足本质安全型的要求。第 4 脚是 U2 的片选信号端,U2 通过 4 脚使能,通过串行输出和串行输入进行数据的读写。当片选信号拉低,拉动 5 脚串行时钟信号端,控制操作码和缓存地址,通过 6 脚串行输入端输入;当数据全部载入后,在 5 脚串行时钟的控制下,主存页面中的数据可以从 7 脚串行输出端读出。通过 23 脚 U1 的 5 脚相连,向 U1 发送 U2 是否处于忙碌状态,即是否在存储数据。

[0040] 在图 5 中,在移动节点 2 进入工作模式后,由 ID 信息模块 2-1 产生 ID 信息,通过与之相连的 ID 发送电路 2-2,发送给 CC2430 片上系统 2-5,CC2430 片上系统 2-5 经内部的数据处理后,将 ID 信息和移动节点的信息经无线通信电路 2-8 发送给固定节点 1。移动节点的能量是由电源模块 2-3 提供的,通过电源控制电路 2-4 的调节,给节点提供所需电压。串行通信模块 2-6、电平转换电路 2-7、CC2430 片上系统 2-5 串接,实现无线传感器移动节点与其他外部设备的通信。

[0041] 在图 6 中,U1 是节点的核心部分,可以进行数据的接收、处理、发送等一系列功能。由于 U1 是低电平复位,因此通过外部的复位开关电路,实现其低电平复位的要求。U4 是 ID 信号发生器,用于人员身份的识别。U4 的 2 脚接 U1 的 46 脚,将数据传输给 U1。为了无线传感器移动节点内部程序的烧录,无线传感器移动节点实现了 U1 与计算机的双向通讯。由于 U1 采用的是 TTL 电平,而 PC 机的串行接口多是 RS-232 的电平,两者电平不同不能直接连接,需要外接接口进行电平匹配。无线传感器固定节点采用 U3 芯片实现 TTL 和 RS-232 的双向电平转换。U3 的 4 脚接 U1 的 48 脚实现数据的双向传输。

[0042] 图中的 SK 是电源的开关,当开关置 1 时,电源即给移动节点供电,使其进入工作模式。置 0 时,节点停止工作。为了满足本质安全型的要求,连接了 RC 电路,降低其在工作时产生的瞬间能量。

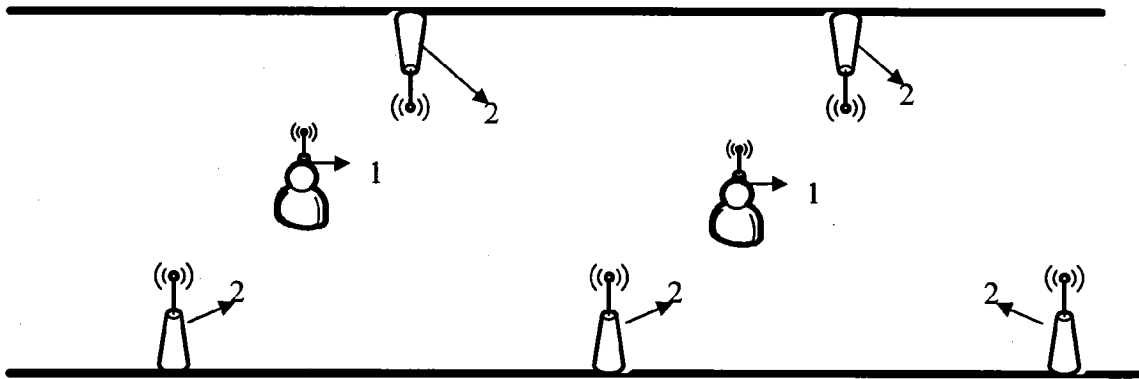


图 1

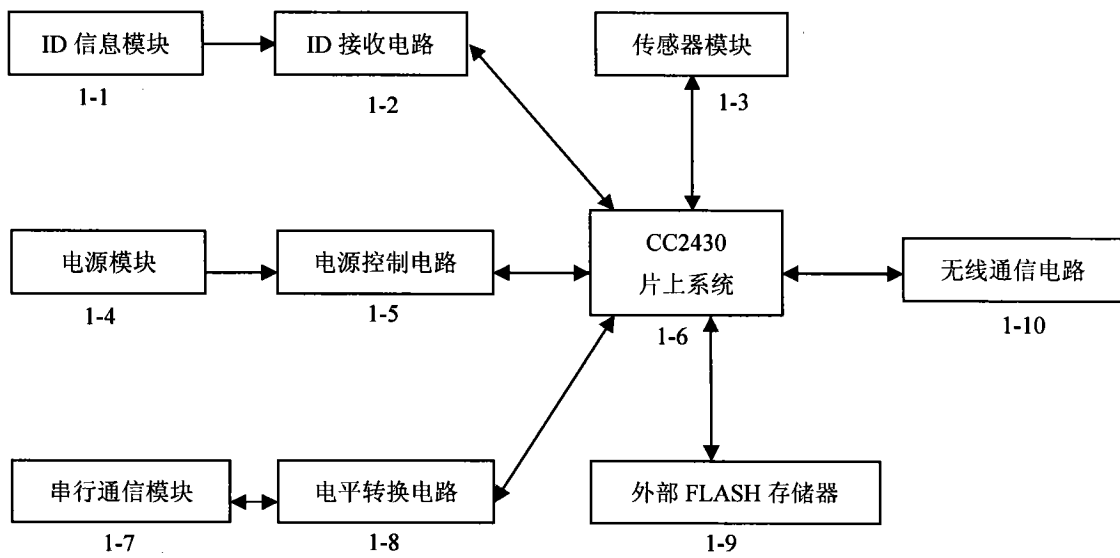


图 2

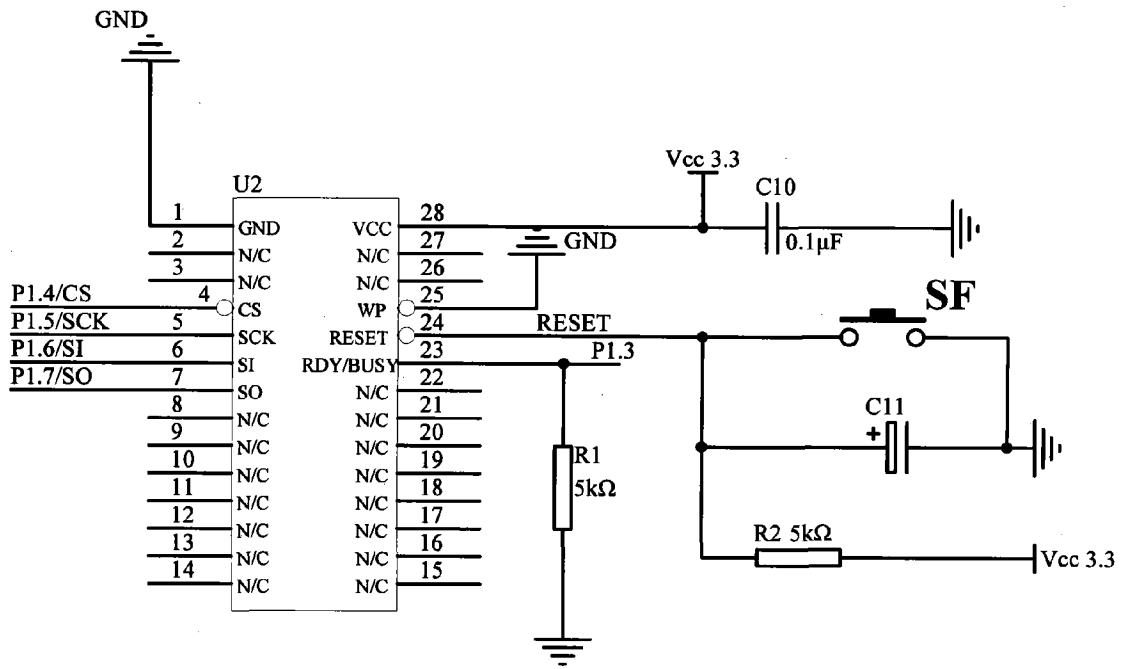


图 4

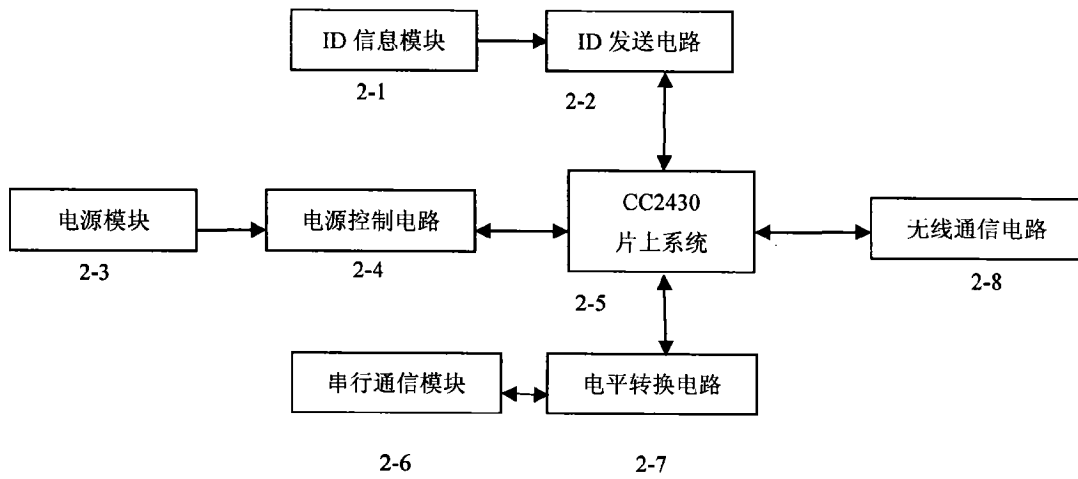


图 5

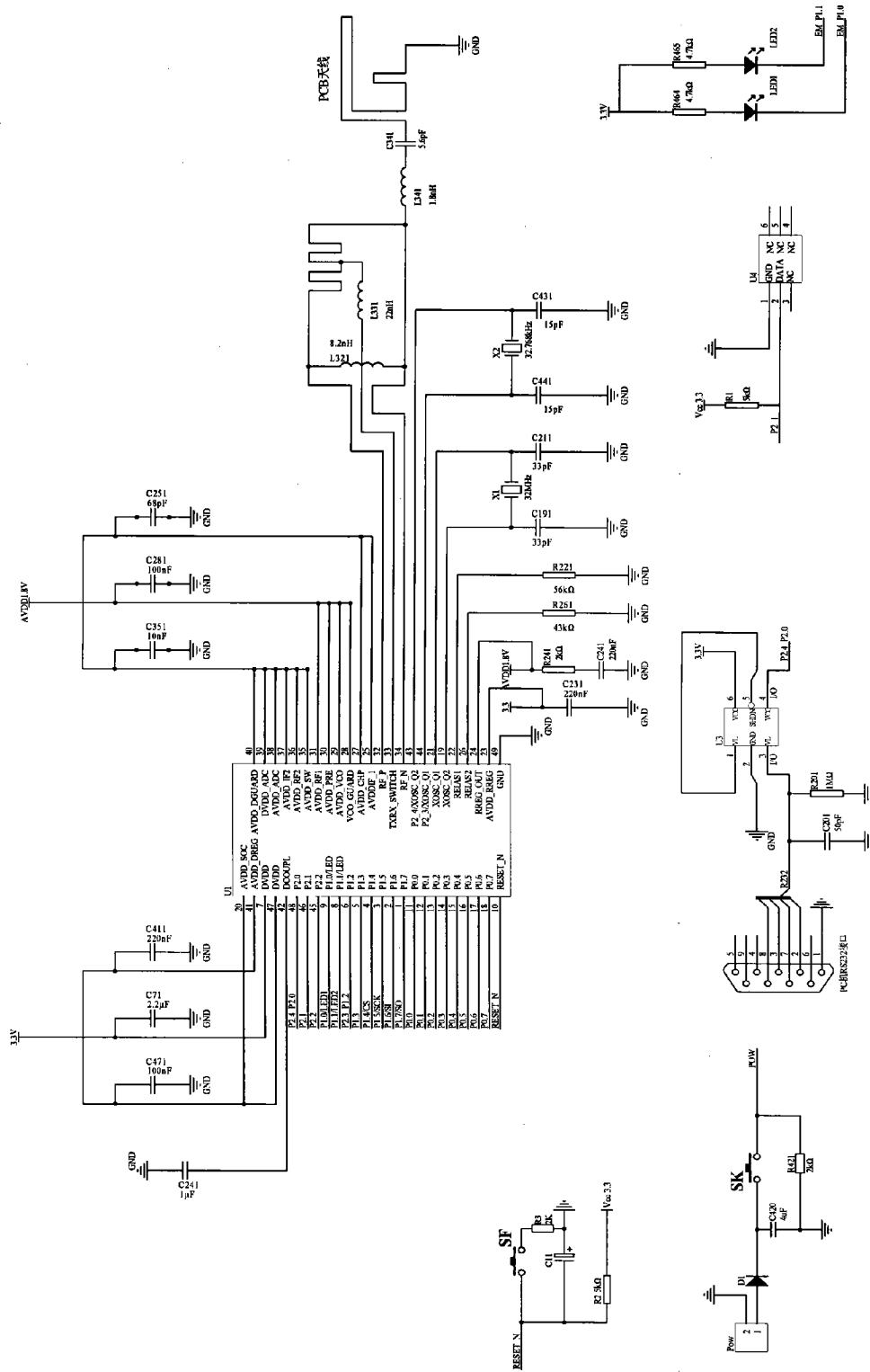


图 6

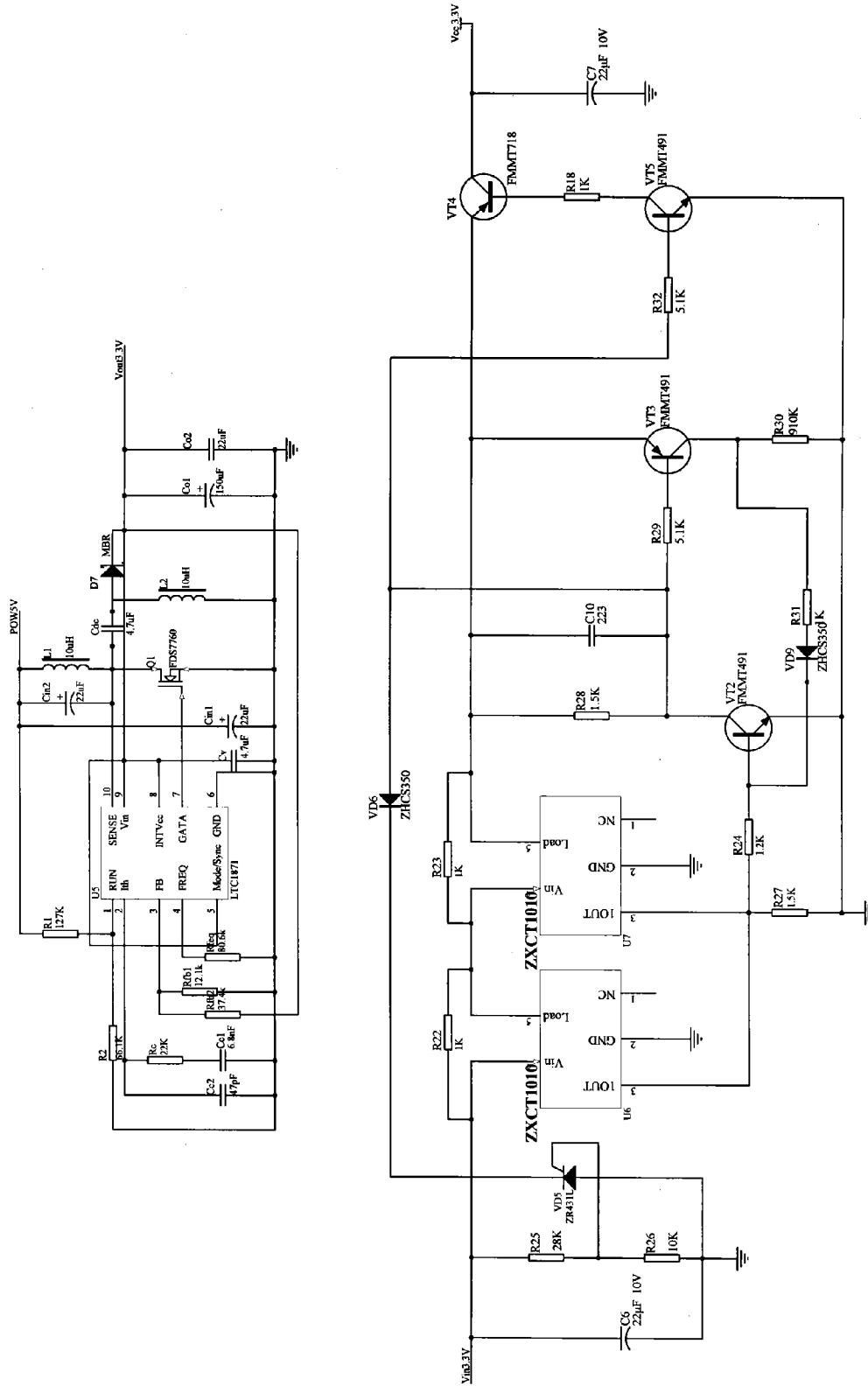


图 7